



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Telecomunicacion

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**95000524 - Arquitecturas De Procesado Masivo De Datos**

### PLAN DE ESTUDIOS

09ID - Grado En Ingenieria Y Sistemas De Datos

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	14

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	95000524 - Arquitecturas de Procesado Masivo de Datos
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Quinto semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	09ID - Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos
<b>Centro responsable de la titulación</b>	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2023-24

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Carlos Carreras Vaquer (Coordinador/a)		carlos.carreras@upm.es	- -
M. Luisa Lopez Vallejo		m.lopez.vallejo@upm.es	Sin horario.

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Fundamentos De Procesado De Datos

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CB01 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

CB02 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CB03 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

CB04 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

CB05 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

CE06 - Que los estudiantes tengan la capacidad de construir la infraestructura necesaria para la generación, transformación y transmisión de datos de cualquier fuente, volumen o velocidad.

CE07 - Que los estudiantes sepan desplegar, configurar y utilizar infraestructuras de computación conectadas de altas prestaciones para el almacenamiento y tratamiento de datos, en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación, tanto en la nube como en sistemas locales y centros de procesado de datos.

CE17 - Que los estudiantes tengan la capacidad de utilizar los fundamentos de la programación, sistemas operativos, bases de datos, tecnología web y las redes y servicios de telecomunicación en proyectos de ingeniería de datos y sistemas.

CG01 - Tener capacidad de trabajar en entornos internacionales y multidisciplinares, haciendo uso de la lengua inglesa en forma oral y escrita.

CG02 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo empleando metodologías ágiles para diseñar soluciones eficientes, fiables y robustas.

CG03 - Ser capaz de explicar de forma oral o escrita las soluciones planteadas para la resolución de un problema.

CG04 - Saber identificar y utilizar las herramientas de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones más adecuadas para plantear y construir soluciones a problemas

CG05 - Tener la capacidad de concebir y proponer soluciones creativas aplicando los métodos científico y de ingeniería para la definición y resolución de problemas formalizando los objetivos buscados y considerando los recursos disponibles.

CG09 - Desarrollar la capacidad de aprendizaje a lo largo de la vida (lifelong learning) para adaptarse a un sector tecnológico en continua evolución.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA052 - Utilizar y analizar arquitecturas multicore o multiprocesador haciendo un uso eficiente de los recursos.

RA053 - Utilizar y analizar arquitecturas específicas para aprendizaje profundo: GPU, granjas de GPUs, FPGAs para aprendizaje profundo.

RA050 - Analizar y diseñar la estructura de la unidad central de proceso y del sistema de memoria según la especificación de sus componentes.

RA051 - Gestionar la comunicación entre la unidad central de proceso y los periféricos del sistema.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura introduce al alumno a las arquitecturas de procesado masivo de datos. La asignatura se inicia con una introducción de los sistemas procesadores y la arquitectura de un juego de instrucciones básico. A continuación, se describen los tres componentes fundamentales de un sistema procesador: los bloques y la estructura de una unidad central de proceso segmentada y los riesgos que presenta y que pueden limitar sus prestaciones, el sistema de memoria que incluye memorias cachés, la memoria principal, el concepto de memoria virtual, y los periféricos de almacenamiento. El resto del curso se dedica a estudiar las arquitecturas de sistemas procesadores que, aprovechando distintos niveles de paralelismo, permiten el procesado masivo de datos con altas prestaciones. Así, se presentan arquitecturas de emisión múltiple como los procesadores de palabra larga y los procesadores superescalares (paralelismo de instrucción), las arquitecturas vectoriales y unidades de procesamiento gráfico o GPUs (paralelismo de datos), y los multiprocesadores y centros de datos (paralelismo de hilos o hebras). Finalmente, se describen arquitecturas específicas de dominio utilizando como ejemplo la implementación de redes neuronales para aplicaciones de aprendizaje profundo.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a los sistemas procesadores
  - 1.1. Aspectos generales de los sistemas procesadores
  - 1.2. Métricas para la caracterización de los sistemas procesadores
2. Aspectos software del sistema procesador
  - 2.1. Arquitectura del juego de instrucciones
  - 2.2. Compilación y ejecución de programas
3. El procesador
  - 3.1. La unidad central de proceso. Segmentación
  - 3.2. Riesgos en arquitecturas segmentadas
4. El sistema de memoria
  - 4.1. La jerarquía de memoria y organización de las memorias caché
  - 4.2. Gestión del sistema de memoria: memoria virtual
  - 4.3. Periféricos de almacenamiento
5. Arquitecturas paralelas
  - 5.1. Paralelismo de instrucciones: procesadores de palabra larga y superescalares
  - 5.2. Paralelismo de datos: procesadores vectoriales y gráficos (GPUs)
  - 5.3. Procesadores multi-núcleo y multiprocesadores. Centros de datos
6. Arquitecturas específicas de dominio
  - 6.1. Arquitecturas para redes neuronales: inferencia y aprendizaje
  - 6.2. Aceleración basada en GPUs y FPGAs

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1. Introducción a los sistemas procesadores</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
	<b>Tema 1. Introducción a los sistemas procesadores</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
2	<b>Tema 2. Aspectos software del sistema procesador</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
	<b>Tema 2. Aspectos software del sistema procesador</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	<b>Tema 3. El procesador</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Tema 3. El procesador (2h). Lección magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
	<b>Tema 3. El procesador</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	<b>Tema 4. El sistema de memoria</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 3. El procesador</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Test de la práctica de laboratorio</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:30
6	<b>Tema 4. El sistema de memoria</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
	<b>Tema 4. El sistema de memoria</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	<b>Tema 4. El sistema de memoria</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Tema 4. El sistema de memoria</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Test de la práctica de laboratorio</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:30



8	<p><b>Tema 5. Arquitecturas paralelas</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Primer parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
9	<p><b>Tema 5. Arquitecturas paralelas</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 5. Arquitecturas paralelas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
10	<p><b>Tema 5. Arquitecturas paralelas</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 5. Arquitecturas paralelas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 5. Arquitecturas paralelas</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Test de la práctica de laboratorio</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:30</p>
11	<p><b>Tema 5. Arquitecturas paralelas</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 5. Arquitecturas paralelas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p><b>Tema 6. Arquitecturas específicas</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Tema 5. Arquitecturas paralelas</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Test de la práctica de laboratorio</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:30</p>
13	<p><b>Tema 6. Arquitecturas específicas</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6. Arquitecturas específicas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
14	<p><b>Tema 6. Arquitecturas específicas</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6. Arquitecturas específicas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 6. Arquitecturas específicas</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Test de la práctica de laboratorio</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Presencial Duración: 00:30</p>
15				
16				
17				<p><b>Segundo parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p> <p><b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del

plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Test de la práctica de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	5%	/ 10	CB03 CB04 CG01 CG02 CG03 CG04 CE06 CE07 CE17
7	Test de la práctica de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	5%	/ 10	CB03 CB04 CG01 CG02 CG03 CG04 CE06 CE07 CE17
8	Primer parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	35%	3 / 10	CB01 CB02 CB03 CB04 CB05 CG03 CG05 CG09 CE17
10	Test de la práctica de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	5%	/ 10	CB03 CB04 CG01 CG02 CG03 CG04 CE06 CE07 CE17

12	Test de la práctica de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	5%	/ 10	CB03 CB04 CG01 CG02 CG03 CG04 CE06 CE07 CE17
14	Test de la práctica de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	5%	/ 10	CB03 CB04 CG01 CG02 CG03 CG04 CE06 CE07 CE17
17	Segundo parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	40%	3 / 10	CB01 CB02 CB03 CB04 CB05 CG03 CG05 CG09 CE17

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Test de la práctica de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	5%	/ 10	CB03 CB04 CG01 CG02 CG03 CG04 CE06 CE07 CE17
7	Test de la práctica de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	5%	/ 10	CB03 CB04 CG01 CG02 CG03 CG04 CE06 CE07 CE17

10	Test de la práctica de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	5%	/ 10	CB03 CB04 CG01 CG02 CG03 CG04 CE06 CE07 CE17
12	Test de la práctica de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	5%	/ 10	CB03 CB04 CG01 CG02 CG03 CG04 CE06 CE07 CE17
14	Test de la práctica de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	5%	/ 10	CB03 CB04 CG01 CG02 CG03 CG04 CE06 CE07 CE17
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	75%	3 / 10	CB01 CB02 CB03 CB04 CB05 CG03 CG05 CG09 CE17

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Tests de 5 prácticas de laboratorio realizados durante el curso con un peso de 5% cada uno	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:30	25%	/ 10	CB03 CB04 CG01 CG02 CG03 CG04 CE06 CE07 CE17
Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	75%	3 / 10	CB01 CB02 CB03 CB04 CB05 CG03 CG05 CG09 CE17

## 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Las pruebas de evaluación global usarán los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación progresiva y se realizarán en las fechas y horas aprobadas por la Junta de Escuela, salvo aquellas actividades de evaluación obligatorias pero no recuperables, en concreto los cuestionarios que se responden al realizar las prácticas de laboratorio, ya que no es posible realizarlas durante la prueba final al no disponerse del número de horas ni los equipos necesarios. En este caso, se deberán realizar dichas actividades de evaluación a lo largo del curso.

### CONVOCATORIA ORDINARIA: MODALIDAD EVALUACIÓN PROGRESIVA

La asignatura se aprobará cuando se obtenga una calificación mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 10, superando las notas mínimas que se exigen en las pruebas. Dicha calificación es la suma de las calificaciones correspondientes a las diferentes actividades de evaluación, con los siguientes pesos: Primer parcial: 35% (nota mínima 3/10); Segundo parcial: 40% (nota mínima 3/10); Prácticas de laboratorio: 25% (sin nota mínima). En caso de que el alumno obtenga una nota inferior a la nota mínima o desee subir la nota obtenida en el primer parcial, podrá volver a presentarse a la parte correspondiente al examen parcial en la convocatoria oficial (examen final),

siendo la nota obtenida en esta convocatoria oficial la que cuente para la evaluación del parcial. Los alumnos que solo se presenten al segundo parcial dispondrán del tiempo correspondiente a la evaluación del examen final completo.

## CONVOCATORIA ORDINARIA Y EXTRAORDINARIA: EVALUACIÓN GLOBAL

La evaluación global en convocatoria ordinaria y en convocatoria extraordinaria se basa en los cuestionarios que se responden al realizar las prácticas de laboratorio durante el curso (que como se ha explicado son actividades de evaluación obligatorias pero no recuperables) con un peso total del 25% y cuya nota se guarda en las distintas convocatorias y una única prueba final a celebrar en la convocatoria oficial con un peso del 75% y una nota mínima de 3/10. La asignatura se aprobará cuando se obtenga una calificación total mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 10.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
David A. Patterson y John L. Hennessy, Computer Organization and Design - The Hardware/Software Interface: RISC-V edition, Morgan Kaufmann, 2018	Bibliografía	Libro de referencia
John L. Hennessy y David A. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach, 6ª edición, Morgan Kaufmann, 2019	Bibliografía	Libro de referencia avanzado
Gerassimos Barlas, Multicore & GPU Programming: An Integrated Approach, 2ª edición, Morgan-Kauffman, 2022	Bibliografía	Libro de apoyo

Carl Hamacher et al., Computer Organization and Embedded Systems, 6ª edición, McGraw-Hill, 2012	Bibliografía	Libro de apoyo
<a href="http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales">http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales</a>	Recursos web	Página web de la asignatura

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

En relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la asignatura se relaciona a nivel primario con el ODS9. Industria, innovación e infraestructuras, en que presenta técnicas a nivel de diseño de sistemas que permiten optimizar las prestaciones de los sistemas procesadores, favoreciendo con ello la aplicación de las infraestructuras computacionales al modelado y la simulación de todo tipo de sistemas complejos, incluyendo sistemas biológicos (ODS3), ecológicos (ODS14 y ODS15), energéticos (ODS7), industriales (ODS9) y climatológicos (ODS13).